

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-096381

(43)Date of publication of application : 27.03.1992

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01S 3/18

(21)Application number : 02-211715

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 13.08.1990

(72)Inventor : KONO TOSHIHIRO

HANEDA MAKOTO

TSUJI SHINJI

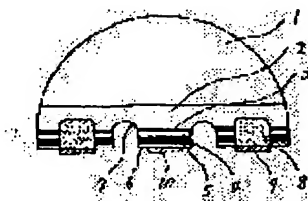
ONO YUICHI

## (54) LIGHT-EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To widen the zone of a reflection spectrum, to match a light-emitting wavelength and a reflected wavelength easily and to manufacture an element readily by continuously laminating a plurality of reflecting layers having different reflected wavelengths.

**CONSTITUTION:** A P-Al<sub>0.37</sub>Ga<sub>0.63</sub>As clad layer 2, a P-AlGaAs active layer 3, an N-Al<sub>0.37</sub>Ga<sub>0.63</sub>As clad layer 4, a semiconductor multilayer reflecting film 5, in which N-Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As high refractive-index layers and N-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As low refractive-index layers having different film thickness are laminated alternately, and an N-GaAs cap layer 6 are laminated successively onto an Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As thick-film substrate 1 through an organometallic vapor growth method. A light-emitting region in 100° is formed by isolation trenches 7. Eight kinds of reflecting layers having different reflected wavelengths are laminated continuously, the reflected wavelengths of each reflecting layer are determined so that the light-emitting wavelength of 830nm of the active layer is used as the approximately center of each reflected wavelength, and the intervals of wavelengths are brought to 200nm, thus widening the zone of a reflection spectrum.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-96381

⑬ Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)3月27日

H 01 L 33/00  
H 01 S 3/18

A 8934-4M  
9170-4M

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 発光素子

⑯ 特 願 平2-211715

⑰ 出 願 平2(1990)8月13日

⑱ 発 明 者 河 野 敏 弘 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑱ 発 明 者 羽 田 誠 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑱ 発 明 者 辻 伸 二 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑱ 発 明 者 小 野 佑 一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

発光素子

2. 特許請求の範囲

1. 半導体基板上に少なくとも第1クラッド層、活性層、第2クラッド層の半導体層を有し、かつ高屈折率層と低屈折率層を交互に積層して成る少なくとも1つの半導体多層反射膜を有する発光素子において、該半導体多層反射膜が反射波長の異なる複数の反射層により構成されていることを特徴とする発光素子。

2. 特許請求範囲1の発光素子において、反射波長の短い反射層を活性層側に配置し、活性層から離れる程反射波長の長い反射層を配置したことを特徴とする発光素子。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、反射層付発光素子に関する。

〔従来の技術〕

従来の反射層付発光素子は、第37回応用物理

学会関係連合講演会講演予稿集(31P-N-3)

および第50回応用物理学会学術講演会講演予稿集(28P-ZB-10)に記載のように、反射層が一定の厚みを持つ高屈折率層と低屈折率層を交互に複数回くり返した構造となっていた。しかしながら、この構造では反射スペクトルの半値幅が狭く、発光波長との整合をとることが非常に困難であった。素子作製を容易にするためには、反射スペクトルの広帯域化が必要である。反射スペクトルの広帯域化は、複数の反射スペクトルの合成により可能であるが、単に複数個の反射層を積み重ねたのみでは、活性層より出射した光が反射層内(特に高屈折率層内)で吸収されるため、より大きな広帯域化が望めないばかりか、反射層の適用効果が低減する。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、反射層による反射スペクトルの半値幅が狭いため発光波長との整合をとることが困難であり、素子作製上問題があった。

本発明は、反射スペクトルの広帯域化を図り素

子作製を容 にくることを目的とし、更に活性層より出射した光の反射層内での吸収をより少なくし、反射層の効果をより高めることを目的とする。  
 [課題を解決するための手段]

上記第1の目的である反射スペクトルの広帯域化を達成するために、反射波長の異なる複数の反射層を連続して積層した。また第2の目的である反射層内での光の吸収を極力少なくするために、反射波長の短い方の反射層を活性層側に配置した。

#### [作用]

反射波長の異なる複数の反射層を連続して積層した反射層の反射スペクトルは、個々の反射層による反射スペクトルを合成したものであり、1種類の反射波長をもつ反射層（高屈折率層と低屈折率層をそれぞれ一定の厚みで複数回くり返したもの）に比べ、反射スペクトルの広帯域化が図れる。

また、活性層より出射した光は反射層内、特に高屈折率層において吸収を受ける。発光波長に近い反射波長をもつ反射層が活性層より離れた位置

にあるとその間の高屈折率層で光の吸収が起き、反射層の効果が低減する。したがって本発明のように、反射波長の短い方の反射層を活性層側に配置し、活性層から離れる程反射波長の長い反射層を配置することによって、反射層内（特に高屈折率層内）での光の吸収を極力抑えることができる。

本発明の目的である反射スペクトルの広帯域化においては、反射層構造を高屈折率層と低屈折率層を1ペアずつ徐々に膜厚を変えたチャープ構造としても良く、同様の効果が得られる。その場合も膜厚の薄い方を活性層側に配置することによって反射層内における光の吸収を抑制することができる。

#### [実施例]

以下、本発明の実施例を第1～4図により説明する。

#### (実施例1)

本発明を適用したドーム型発光ダイオードの素子断面構造を第1図に示す。

有機金属気相成長法(MOCVD法)により  $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$  ( $x=0.1\sim0.5$ ) 厚膜基板1上に  $\text{p-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  クラッド層2 (キャリア濃度  $1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 、厚み  $10\sim 50\mu\text{m}$ )、 $\text{p-AlGaAs}$  活性層3 ( $5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ 、 $0.02\mu\text{m}$ )、 $\text{n-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  クラッド層4 ( $1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ )、 $\text{n-Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$  高屈折率層と  $\text{n-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  低屈折率層を交互に積層した半導体多層反射膜5 ( $1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ )、および  $\text{n-GaAs}$  キャップ層6 ( $1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 、 $1\mu\text{m}$ ) を順次積層する。次に、アイソレーション溝7により  $100\mu\text{m}\phi$  の発光領域を形成する。この時、アイソレーション溝は  $\text{p-AlGaAs}$  クラッド層2に達する深さとし、化学エッチングにより形成した。次に、アイソレーション溝の外側の領域に  $\text{p-AlGaAs}$  クラッド層2に達する深さのZn拡散8を施し、p電極9およびn電極10を形成する。更に、チップ化した後光取り出し面をドーム状に加工する。

第2図に本実施例における半導体多層反射膜5の層構造を模式的に示した。半導体多層反射膜としては、通常一定の厚みをもつ高屈折率層と低屈折率層のくり返しによって構成されるが、本実施例では反射スペクトルの広帯域化を図るため反射波長の異なる（高屈折率層と低屈折率層の膜厚が異なる）8種類の反射層を連続して積層した。各反射層の反射波長は活性層の発光波長  $830\text{nm}$  が各反射波長のほぼ中心となる様に決め、波長間隔（最短反射波長と最長反射波長の差）を  $200\text{nm}$  とした。また、各反射層の積層順は第2図に示す様に活性層側に反射波長の短い方の反射層を配置し、活性層から離れる程反射波長の長い反射層を配置する様にした。各反射層はブラッグ反射の条件を満たす様に決められた膜厚の  $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$  層と  $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$  層の4ペア多層反射膜であり、反射層5はトータル32ペア（約  $4\mu\text{m}$ ）で構成されている。

以上の様にして作製した反射層の反射スペクトル例を第3図に示した。Aは本実施例の反射層の

反射スペクトル、Bは比較のための各反射層の積層順を本実施例とは逆にした場合の反射スペクトルである。従来構造の反射層では、反射スペクトルの半値幅が60～70nmのものしか得られておらず、発光波長との整合をとることが難かしく素子作製上非常に問題があった。しかしながら、本実施例の様に反射波長の異なる複数の反射層を多重化した反射層の反射スペクトルは、第3図中Aに示される様に半値幅150nm程度にまで広帯域化される。また、Bに示す様に各反射層の積層順を逆にした場合短波長領域において反射層内(A<sub>1</sub>...Ga<sub>1</sub>...As層内)の光の吸収が増大するため反射率の低下が起こる。したがってスペクトルの半値幅が本発明の反射層に比較し20nm程度狭くなり、素子作製上不利である。

本実施例によるドーム型発光ダイオードでは、反射層の多重化により反射スペクトルが従来に比較し2倍以上に広帯域化されたこと、および短波長側において光の吸収が低減されたことから、素子作製が容易になり、光出力50～100mWの

高出力素子が歩留り良く得られた。歩留りは従来比2～3倍である。

#### (実施例2)

本発明の他の実施例として、面発光型半導体レーザに適用した場合を第4図に示す。

発振波長に対して透明なAlGaAs厚膜基板1上にp-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asクラッド層2(1×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>、10～50μm)をMOCVD法により成長した後、第1半導体多層反射膜11(p導伝形、1×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>)、p-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asクラッド層2'(1×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>、～5μm)AlGaAs活性層(波長830nm、～3μm)、n-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asクラッド層4(1×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>、～5μm)、第2半導体多層反射膜5(n導伝形、1×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>)、n-GaAsキャップ層6(1×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>、1μm)を順次積層した後、実施例1の場合と同様にアイソレーション層7、Zn拡散8を施し、p、n電極9、10を形成してチップ化する。本

実施例では光取り出し面は平面型としたがドーム状に加工しても良い。第1半導体多層反射膜11および第2半導体多層反射膜5は、実施例1と同様に反射波長の異なる複数の反射層の多重化により構成されており、各反射層の積層順が互いに活性層に対して対称となる様にした。また、各反射層は実施例1と同様8種類から成り、組成、ペア数共に同様である。(但し、第1および第2半導体多層反射膜の反射率を非対称にしても良い)。

以上の様にして得られた面発光型半導体レーザでは、実施例1同様発振波長と反射波長の整合がとりやすくなったため素子作製が飛躍的に容易になり、従来構造に比べ約2～3倍の歩留りで光出力～5mWの素子が得られた。

以上、実施例についてはAlGaAs系の素子について示したが、本発明の効果はInP系の素子においても同様である。また、本実施例では反射層の構造を8種類の反射層を連続して積層したものについて示したが、複数の反射層であれば効

果は同じである。例えば、2種類の反射層の重ね合わせでも波長間隔を適当に選ぶことにより100～120nm程度の反射スペクトル半値幅が得られる。また、本実施例では波長間隔200nmの場合について示したが、これに限定されない。

更に、高屈折率層と低屈折率層を1ペアずつ厚みを変えたチャープド構造としても良く、その場合厚みの薄い方を活性層側にする。

#### [発明の効果]

本発明によれば、反射波長の異なる複数の反射層を連続して積層することにより、反射スペクトルの広帯域化が図れるので発光波長と反射波長整合がとりやすくなり、素子作製が容易になる。

また、反射波長が短かい方の反射層を活性層側に配置することにより、短波長側における反射層(高屈折率層)内での光の吸収を低減でき、更に反射スペクトルの広帯域化と素子の高出力化が期待できる。

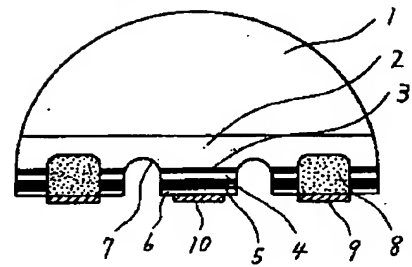
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例であるドーム型発光ダイオードの断面図、第2図は、第1図の半導体多層反射膜の拡大模式図、第3図は、本発明による反射層の反射スペクトル例を示すグラフの図、第4図は、本発明の他の実施例である面発光型半導体レーザの断面図である。

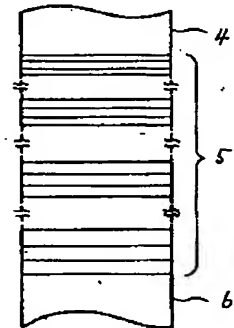
# 符号の説明

1…AlGaAs厚膜基板、2, 2'…p-AlGaAsクラッド層、3…活性層、4…n-AlGaAsクラッド層、5, 11…半導体多層反射膜、6…n-AlGaAsキャップ層、7…アイソレーション溝、8…Zn拡散、9, 10…電極。

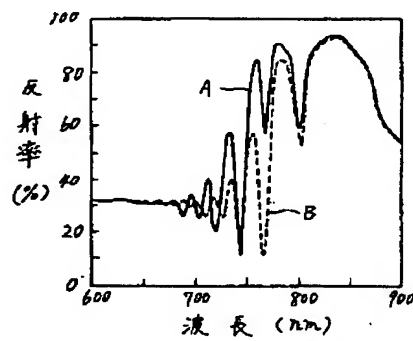
第1図



第2図



第3図



第4図

